

# Déterminants de l'allongement du tour d'eau et de la faible efficience d'irrigation dans l'oasis de Fatnassa-Nord, Nefzaoua, Tunisie

Wafa GHAZOUANI\*, Serge MARLET\*\*, Insaf MEKKI\*, Alain VIDAL\*\*\*

\*INRGREF, Institut national de recherches en génie rural, eaux et forêts, BP 10, 2080 Ariana, Tunisie

\*\*Umr G-Eau-Cirad, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

\*\*\*Cemagref, Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement, BP 5095, 34196 Montpellier, France

**Résumé** — Les performances de l'irrigation sont analysées dans l'oasis de Fatnassa Nord. Les résultats mettent en évidence un allongement très important du tour d'eau (jusqu'à 60 jours en période de pointe estivale) sous l'influence conjuguée de l'extension des plantations et de pratiques et stratégies inadaptées des agriculteurs. La faible efficience d'application qui en découle est plus particulièrement influencée par : la faible taille des parcelles, des stratégies délibérées d'allongement des irrigations pour accéder aux eaux gratuites, un type d'aménagement parcellaire peu efficient, et un faible degré d'implication du propriétaire dans l'exploitation et les activités d'irrigation.

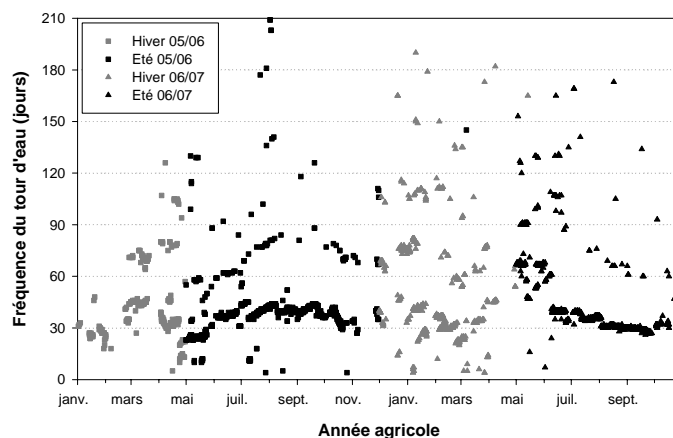
Les oasis du sud ont joué un rôle primordial dans la subsistance puis dans la fixation des communautés oasiennes. Actuellement, elles ont un rôle économique important grâce à l'exportation des dattes deglet nour. A partir des années 1970 et suite au tarissement des sources, l'Etat aura consacré d'importants investissements dans le cadre du Plan directeur des eaux du sud (PDES) pour la réalisation de nombreux forages, mais aussi plus récemment dans le cadre du projet d'Amélioration des périmètres irrigués dans les oasis du sud (APIOS) afin de préserver les ressources en eau souterraine non renouvelables et de mieux valoriser les eaux utilisées. Malgré ces investissements réalisés, le déficit en eau est particulièrement marqué à l'oasis de Fatnassa, et des dysfonctionnements du tour d'eau subsistent. Quels sont les facteurs qui déterminent le décalage des règles collectives actuelles par rapport à celles prévues par le projet APIOS : tour d'eau de 21 jours et règle d'irrigation à la parcelle de 10 h/ha ?

## Dysfonctionnements du tour d'eau

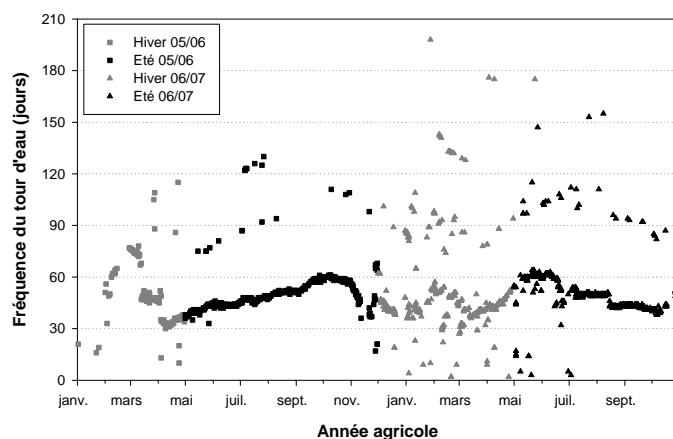
Trois forages alimentent l'oasis de Fatnassa-Nord : un forage géothermal artésien dans le continental intercalaire (CI) et de deux forages pompés dans le complexe terminal (CT). La capacité maximale du réseau d'irrigation en période estivale s'élève à 172 l/s et une alimentation maximale de 20 h/j. Le tour d'eau envisagé est de 21 jours sur la base d'une règle d'irrigation à la parcelle de 10 h/ha pour une surface officielle de 112,46 ha répartis sur trois antennes d'irrigation. Il est important de noter que pendant les heures d'arrêt journalier du pompage au niveau du CT, les eaux géothermales du CI continuent à alimenter le réseau d'irrigation, et ce sont des eaux gratuites.

Le tour d'eau actuel, défini par la durée entre deux irrigations successives pour toutes les parcelles irriguées et pendant deux années agricoles (décembre 2005 jusqu'à octobre 2007), est donné par la figure 1.

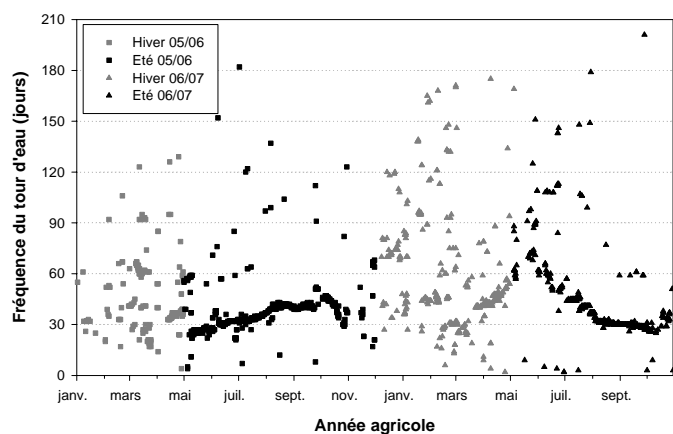
(Antenne 1)



(Antenne 2)



(Antenne 3)



**Figure 1.** Fréquence du tour d'eau sur deux années agricoles et pour les trois antennes d'irrigation dans l'oasis Fatnassa-Nord.

La fréquence du tour d'eau correspond à la courbe enveloppant les plus faibles durées d'irrigation pour chaque antenne. Cette courbe enveloppe commence à se matérialiser à partir du mois de mai pour les deux années agricoles, et est continuée pendant la saison estivale (mai-novembre). Au cours de la saison estivale 2006, la fréquence du tour d'eau croît progressivement de 26 à 45 ; 40 à 60 ; et 26 à 46 jours pour les trois antennes, A1, A2 et A3 respectivement. Quant à la saison estivale 2007, la fréquence du tour d'eau commence élevée et baisse progressivement de 70 à 30 jours pour l'antenne 1 ; de 60 à 50 puis à 45 jours pour l'antenne 2 ; et de 70 à 30 jours pour l'antenne 3.

Tous les résultats présentés ci-dessous sont relatifs à l'année agricole 2006-2007 (décembre-novembre).

En saison estivale l'antenne 1 a un tour d'eau moyen de 43,57 jours alors que les antennes 2 et 3 ont un tour d'eau sont respectivement de 52,13 et 45,12 jours.

La fréquence du tour d'eau ne permet au maximum que 8 irrigations sur l'antenne 2, et 10 irrigations sur les antennes 1 et 3. Par rapport à la surface totale irriguée actuellement, 5,10 % (9,07 % des parcelles) sont irrigués de 2 à 4 fois ; 20,03 % (27,21 % des parcelles) sont irrigués 5 ou 6 fois; et 74,87 % (seulement 63,72 % des parcelles) sont irrigués 7 à 10 fois pendant l'année agricole 2006-2007.

## Les facteurs déterminants des dysfonctionnements du tour d'eau

Les dysfonctionnements techniques du réseau d'irrigation, l'extension continue des superficies irriguées et le non respect de la règle collective à l'échelle de la parcelle sont supposés être les facteurs induisant l'allongement du tour d'eau décrits précédemment.

### Dysfonctionnements techniques et arrêt d'alimentation

En période hivernale, l'eau est distribuée à la demande des irrigants et des périodes d'arrêts (figure 1) marquent plus ou moins les antennes. Quant à la saison estivale, le réseau d'irrigation est supposé fonctionner quotidiennement sauf pour les 4 heures de coupures des forages pompés. L'examen de l'alimentation quotidienne de l'oasis montre que pendant la période hivernale seulement 18 jours d'arrêt sont identifiés sur l'antenne 2 pour 49 ou encore 56 jours pour l'antenne 3 et 1 respectivement ; alors que la période de pointe estivale – mai-septembre – est caractérisée par 24 jours d'arrêt sur l'antenne 3, 13 et 12 jours pour les antennes 1 et 2 respectivement.

### Extension des superficies irriguées

Les plantations de palmiers-dattiers couvrent actuellement 137,44 ha pour une surface officielle de 112,46 ha considérée pour établir la règle collective. Toutefois, il n'y a pas eu d'accroissement de la dotation en eau pour suivre cette augmentation des superficies irriguées. La surface actuellement irriguée est de 123,42 ha répartis sur les trois antennes, 81 parcelles n'ont pas été irriguées pendant l'année considérée (tableau I).

**Tableau I.** Caractéristiques officielles et actuelles des antennes d'irrigation dans l'oasis Fatnassa-Nord.

Antenne	Nombre de parcelles	Nombre de parcelles abandonnées	Surface théorique (ha)	Surface totale réelle (ha)	Surface réelle irriguée (ha)	Surface moyenne irriguée (ha)
Antenne 1	245	45	37,47	37,51	33,11	0,17
Antenne 2	138	12	39,05	55,42	52,06	0,42
Antenne 3	125	24	35,94	44,50	38,25	0,39
Oasis	508	81	112,46	137,44	123,41	0,29

Deux processus simultanés mais contradictoires caractérisent l'oasis de Fatnassa, l'extension continue des plantations à la périphérie de l'oasis et dans la continuité des anciennes plantations, et l'abandon surtout des parcelles âgées situées au cœur de l'aménagement. Le tableau montre que l'antenne 2 est la plus touchée par le phénomène d'extension avec un accroissement de 41,92 % contre l'abandon de 8,60 %. Vient ensuite l'antenne 3 de 23,82 % en nouvelles plantations contre l'abandon de 17,39 %. L'antenne 1 n'est caractérisée que par l'abandon des anciennes plantations correspondant à 11,64 %.

### Durée excessive des irrigations à la parcelle

Le projet APIOS a initialement prévu une règle collective d'irrigation de 14 h/ha. Suite à l'augmentation de la capacité du réseau d'irrigation et à l'intégration officielle d'une dizaine d'hectares au tour d'eau, la règle d'irrigation a été fixée à 10 h/ha en 2005. L'examen des durées d'irrigation moyennes des

419 parcelles irriguées en 06/07 montre un dépassement excessif de ces deux règles. En effet, seulement 11,93 % des parcelles correspondant à 23,44 % de la surface totale actuellement irriguée respectent la règle collective actuelle ; 31,03 % des parcelles (45,40 % de la surface) respectent l'ancienne règle de 14 h/ha ; alors que 68,97 % des parcelles correspondant à 54,60 % de la surface actuelle irriguée ont une durée d'irrigation supérieure à 14 h/ha.

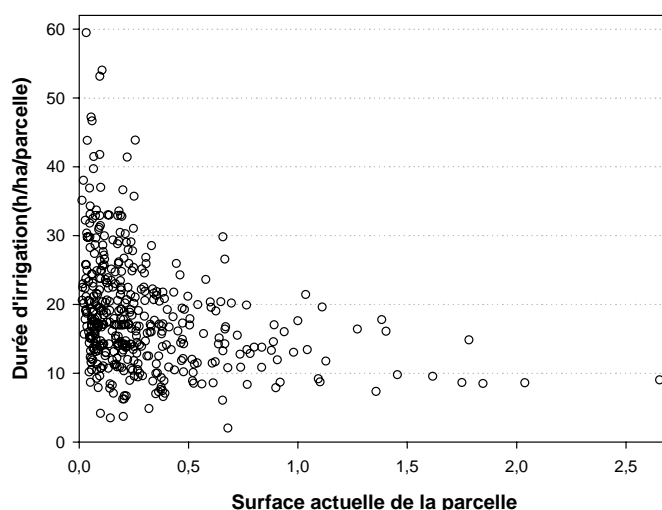
A l'échelle de l'oasis, la durée moyenne d'irrigation est de  $18,59 \pm 8,39$  h/ha. Elle atteint  $19,91 \pm 8,57$  ;  $17,85 \pm 7,84$  ; et  $16,89 \pm 8,36$  h/ha pour respectivement l'antenne 1, 2 et 3. Les facteurs cités ci-après peuvent expliquer la faible efficacité d'application et le dépassement de la règle collective à l'échelle de la parcelle qui en découle.

## Les déterminants de la faible efficacité d'irrigation à la parcelle

### Taille de la parcelle et stratégie d'accès aux eaux gratuites

L'oasis de Fatnassa est caractérisée par le morcellement, 29,11 % des parcelles irriguées ont une surface inférieure à 0,1 ha. Le morcellement est très marqué au niveau de l'antenne 1 où 78,69 % de la catégorie de surface <0,1 ha appartiennent à cette antenne. Seules 18 parcelles parmi les 419 ont une surface actuelle irriguée entre 1 et 2,65 ha.

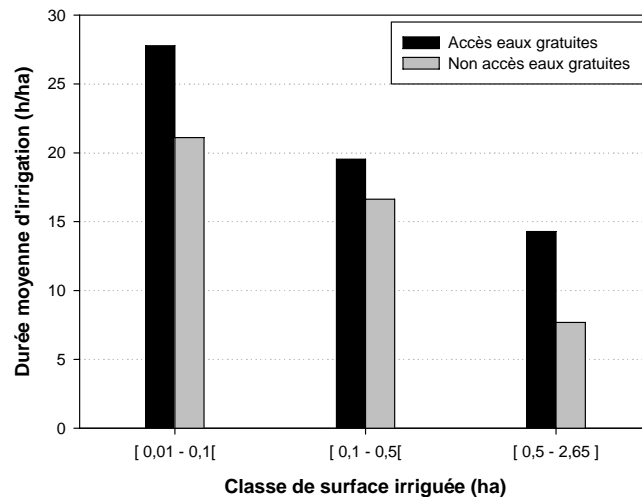
La représentation des durées d'irrigation des parcelles en fonction de leur taille (figure 2) montre une très grande variabilité, mais aussi une bonne maîtrise de l'irrigation dans les parcelles de grande taille contrairement aux parcelles de petite taille (surface <0,1 ha).



**Figure 2.** Distribution des durées d'irrigation des parcelles en fonction de leur taille.

La fréquence d'accès aux eaux géothermales gratuites qui alimentent quotidiennement les antennes d'irrigation a été déterminée pour chacune des parcelles irriguées. Les irrigations qui se déroulent sur deux ou trois jours successifs sont qualifiées d'irrigation avec accès aux eaux gratuites. Les statistiques montrent que 46,30 % des parcelles ont été irriguées au moins une fois avec les eaux gratuites pendant l'année 2006-2007.

Les parcelles ont été ensuite classées selon leur taille et selon l'accès ou non aux eaux chaudes. La durée moyenne de chaque groupe a été calculée et est présentée sur la figure 3. Cette figure montre une diminution nette de la durée d'irrigation en fonction de l'augmentation de la taille des parcelles, confirmant ainsi le résultat précédent. Elle met aussi en évidence, au sein de chaque catégorie de surface irriguée, une durée d'irrigation moyenne plus élevée pour le groupe de parcelles ayant accédé au moins une fois aux eaux gratuites par rapport au groupe de parcelles non irriguées avec les eaux gratuites. Ces résultats mettent en évidence la stratégie adoptée par les agriculteurs.



**Figure 3.** Influence de la taille de parcelle et la stratégie d'accès aux eaux gratuites sur la durée d'irrigation.

Cependant, on peut s'interroger : les irrigations se déroulant sur deux ou trois jours successifs, s'agit-il d'une tactique d'allongement délibéré de la durée d'irrigation afin d'accéder aux eaux gratuites qui alimentent quotidiennement l'oasis ou bien est-ce l'indice d'une faible performance des irrigations de nuit qui ne sont pas généralement surveillées ? Cette deuxième hypothèse est la plus plausible du fait que les agriculteurs témoignent de leur mécontentement de l'eau « chaude » qui alimente l'oasis pendant l'arrêt journalier des pompes au niveau du CT.

### Performance du système d'irrigation

Deux types de système d'irrigation à la parcelle ont été identifiés, le système traditionnel avec des seguias principales en terre alimentant les bassins d'irrigation, et le système amélioré où les séguías principales en terre ont été remplacées par des conduites en PVC ; 7,64 % des parcelles couvrant 18,54 % de la surface actuelle irriguée ont adopté le système amélioré. On peut distinguer des systèmes traditionnels avec des séguías et bassins bien aménagés et entretenus, et d'autres mal entretenus. Cette dernière catégorie est prédominante dans l'oasis ; 48,69 % des parcelles (33,82 % de la surface) dont 56 % de cette catégorie sont localisées sur l'antenne 1. Au sein du système traditionnel bien entretenu, quelques agriculteurs ont aménagé des petits bassins d'irrigation (7 parcelles couvrant 2,13 % de la surface totale irriguée) où la surface mouillée est nettement inférieure au système traditionnel à large bassin d'irrigation. La catégorie de système traditionnel avec une bonne qualité d'entretien et de larges bassins d'irrigation occupe une large surface qui s'élève à 45,51 % de la surface actuelle irriguée correspondant à 41,77 % de parcelles.

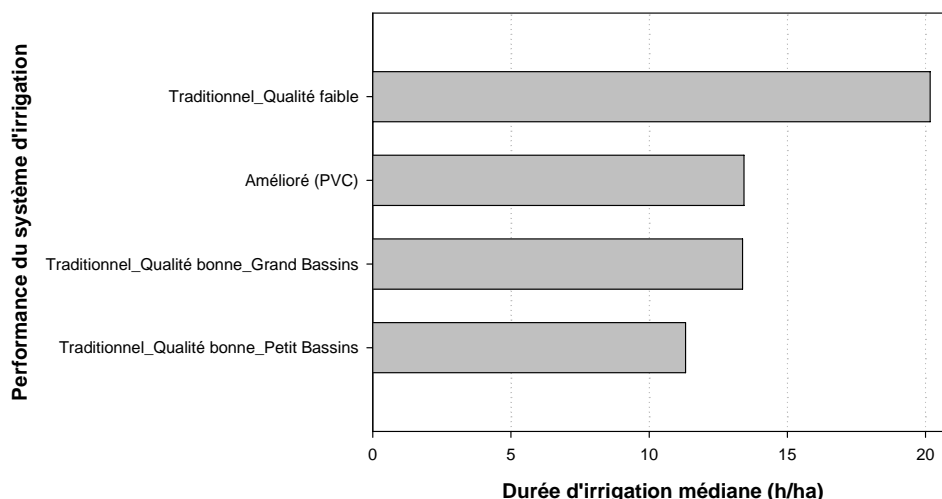
La durée d'irrigation des parcelles semble être conditionnée par la catégorie du système d'irrigation. La moitié des parcelles (50 %) où le système amélioré a été adopté a une durée moyenne d'irrigation inférieure à 13,43 h/ha. Les parcelles ayant un système traditionnel avec une bonne qualité d'entretien peuvent avoir une durée d'irrigation équivalente à la catégorie précédente (13,38 h/ha). Ce sont les parcelles où des petits bassins d'irrigations ont été aménagés qui respectent le plus la règle actuelle de 10 h/ha avec une médiane de 11,32 h/ha. Quant aux parcelles avec une mauvaise qualité d'entretien du système traditionnel, la durée d'irrigation dans 50 % des parcelles est de 20,17 h/ha.

### Performance de l'irrigant et mode de faire valoir

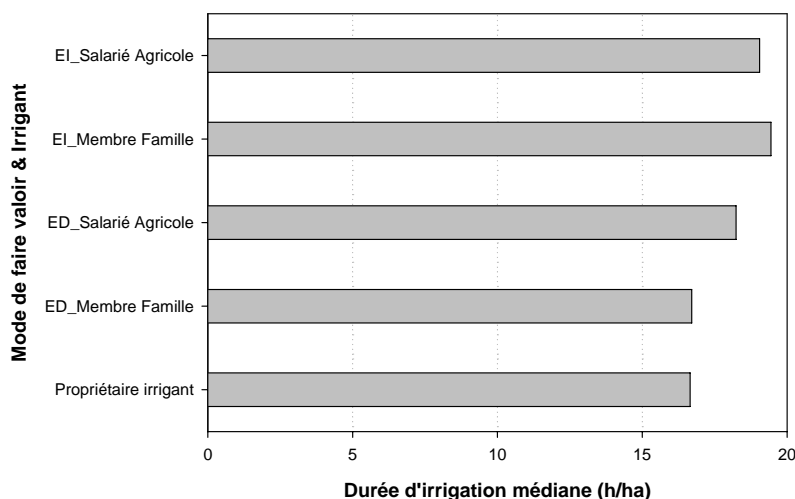
La présence du propriétaire au moment de l'irrigation ainsi que le mode de faire valoir sont supposés être des déterminants de la performance de l'irrigation à la parcelle. La combinaison de ces deux facteurs permet d'identifier 5 classes de degré d'implication du propriétaire dans l'activité d'irrigation : (1) le propriétaire est lui-même l'irrigant ; le propriétaire est l'exploitant mais pas l'irrigant, c'est le cas généralement des propriétaires âgés ou pluriactifs, et (2) c'est un membre de la famille (fils, frère, cousin)

ou (3) un salarié agricole qui irrigue ; le propriétaire n'est pas l'exploitant et c'est le cas des femmes ou des propriétaires vivant dans d'autres gouvernorats ; dans ce cas d'exploitants indirects, l'irrigant est soit un membre de la famille (4) ou alors un salarié agricole (5).

Dans 50 % des cas où le propriétaire est directement impliqué dans l'exploitation, la durée moyenne d'irrigation est de 16,65 h/ha quand il est l'irrigant, 16,71 h/ha quand l'irrigant est un membre de la famille, et 18,23 h/ha dans les cas où l'irrigant est un salarié agricole. A l'opposé, quand le propriétaire n'est pas directement impliqué dans l'exploitation, la durée d'irrigation se révèle plus élevée : elle est de 19,44 ou 19,05 h/ha quand les irrigants sont respectivement soit un membre de la famille soit un salarié agricole.



**Figure 4.** Influence de la performance du système d'irrigation sur la durée d'irrigation.



**Figure 5.** Influence de la performance de l'irrigant sur la durée d'irrigation.

## Conclusion

L'analyse du tour d'eau pour deux années agricole (décembre 2005 jusqu'à octobre 2007) a permis de mettre en évidence des dysfonctionnements excessifs. Sur les trois antennes étudiées, le tour d'eau estival est en moyenne supérieur au double du tour d'eau prévu n'allouant qu'un maximum de 10 irrigations/an.

Ces dysfonctionnements sont essentiellement la conséquence de pratiques et stratégies inadaptées des agriculteurs liées à l'augmentation continue des superficies irriguées et à la faible efficience à l'échelle de la parcelle. Ces pratiques et stratégies induisent un dépassement de la règle collective à l'échelle de la parcelle. En effet, la durée d'irrigation moyenne en est de  $18,59 \pm 8,39$  h/ha durant l'année agricole 2006-2007. Cette faible efficience est essentiellement induite par : la mauvaise maîtrise des irrigations dans les parcelles de petite taille, mais aussi par la mauvaise maîtrise des irrigations nocturnes, la mauvaise qualité d'entretien du système d'irrigation, et par la conduite des irrigations résultant d'une implication limitée des propriétaires non résidents ou pluriactifs. La faible fréquence des irrigations limite les possibilités d'intensification et les performances des systèmes de culture basés sur le palmier dattier.

## Références bibliographiques

BENAISSA I., 2006. Evaluation de la performance d'un réseau de drainage enterré au sein d'une oasis modernisée du sud tunisien. Cas de l'oasis de Fatnassa-Nord à Kébili (Tunisie). Master Recherche en Eau et Environnement, Université de Montpellier II, Montpellier, France, 119 p.

BRL Ingénierie, STUDI, 1999. Projet d'amélioration des périmètres irrigués dans les oasis du Sud. Tunis: DG/GREE, MARH.

GHARBI N., 2009. Aménagements hydrauliques et amélioration de la gestion de l'eau dans les oasis du sud. *In* Marlet S. et Mekki I. (eds) 2010. Actes de l'atelier Sirma : Gestion des ressources naturelles et développement durable des systèmes oasiens du Nefzaoua, 25-27 février 2009, Douz, Tunisie.

GHAZOUANI W., MARLET S., MEKKI I., VIDAL A., 2009. Farmers' perceptions and engineering approach in the modernization of a community-managed irrigation scheme. A case study from an oasis of the Nefzawa (South of Tunisia). *Irrigation and Drainage* (In press).

GHAZOUANI W., MARLET S., MEKKI I., VIDAL A., 2007. Diagnostic et analyse du fonctionnement d'un périmètre oasien. Cas de l'oasis de Fatnassa Nord, Kébili, sud tunisien. *In* Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du troisième atelier régional du projet Sirma, Kuper M. et Zaïri, A. (eds.), Nabeul, Tunisie.

SANYU CONSULTANTS INC., 1996. Etude de faisabilité du projet d'amélioration des périmètres irrigués dans les oasis du sud en république de Tunisie. Tunis: DG/GREE, MARH.

SAPI STUDY TEAM., 2005. Irrigation perimeters improvement project in oasis in south Tunisia. Tunis, DG/GREE, MARH.